Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 578-590
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۹۰-۵۷۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی تأثیر اقلیم بر مواد مؤثره زعفران (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) در منطقه بناب شهرستان مرند

سعیده علیزاده سالطه[1]*- مینا امانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) محصولی ارزشمند و نیمه مقاوم به خشکی است که می‌تواند در شرایط بسیار متفاوت آب و هوایی مورد کشت و کار قرار گیرد. مهمترین ترکیب‌های شیمیایی زعفران را کروسین، پیکروکروسین و مشتق‌های کروسین تشکیل می‌دهند که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و در داروسازی کاربرد دارند. در این پژوهش اثر اقلیم شهرستان مرند، استان آذربایجان‌شرقی طی دو سال زراعی بر کمیت و کیفیت و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی قسمت‌های مختلف زعفران تولیدی در این منطقه بررسی شد. عوامل اقلیمی حاکم بر این منطقه طی دو سال متوالی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ از نظر دما، بارندگی و رطوبت با استفاده از داده‌های هواشناسی بررسی شد و میزان عملکرد زعفران در منطقه با استفاده از پرسشنامه از زعفران-کاران منطقه به دست آمد. از سوی دیگر، میزان ترکیبات کروسین، پیکروکروسین و سافرانال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قسمت‌های مختلف زعفران شامل کلاله، خامه، پرچم و گلبرگ‌ها هر کدام به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد شهرستان مرند طبق روش طبقه‌بندی دومارتن، در طبقه اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد و مقدار متابولیت‌های کروسین در سال اول کشت ۱۳۹۳ (بیشترین میزان ۳۰۶ میلی‌گرم بر گرم در اندام کلاله)، پیکروکروسین در سال دوم کشت ۱۳۹۴ (۱۰۲/۱۵ میلی‌گرم بر گرم در اندام کلاله) و سافرانال در سال دوم کشت ۱۳۹۴ (بیشترین میزان: ۴۹/۹۵ میلی‌گرم بر گرم در گلبرگ زعفران) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کلاله و گلبرگ زعفران در سال اول کشت ۱۳۹۳ (به‌ترتیب ۳۰/۴۳ و ۸۸/۳۲ درصد) بالاترین مقدار را داشت. منطقه بناب مرند آذربایجان شرقی در اثر تغییرات آب و هوایی منطقه مناسب برای کشت زعفران می‌باشد و کیفیت اندام‌های مختلف زعفران در سال‌های متوالی کشت چندساله زعفران متفاوت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت، کلاله، مواد مؤثره

مقدمه

امروزه با توجه به کاهش میزان بارندگی و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی کشت محصولات با نیاز آبی کم بایستی در اولویت قرار گیرد. در سال‌های اخیر، مناطق مختلف کشور به ویژه منطقه آذربایجان شرقی و غربی در مقایسه با سال‌های گذشته با کاهش بارندگی مواجه بوده است (۳). زعفران با توجه به نیاز آبی کم و بازدهی اقتصادی مناسب می‌تواند تولید نسبتاً پایداری در این مناطق داشته باشد (۳). ویژگی‌های خاص زعفران از جمله نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی، نیاز آبی سایر گیاهان، امکان بهره‌برداری از مزارع به مدت چندین سال پس از یک نوبت کشت، سهولت حمل و نقل و نگهداری محصول، امکان اشتغال‌زایی بالا، امکان کشت در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدودیت آب کشاورزی می‌باشند، دارا بودن خواص دارویی و نیز بازار فروش داخلی و خارجی مناسب، این گیاه را از ارزش بالایی برای کشت و کار برخوردار نموده‌است (۳۳). از سوی دیگر کشت و کار زعفران در کشور می‌تواند موجب افزایش اشتغال و صادرات غیرنفتی شده و در صورت توجه به فرایندهای تولید و فرآوری آن می‌تواند ارز قابل توجهی را نصیب کشور نماید (۵). کمیت و کیفیت زعفران تحت تأثیر شرایط اقلیمی و عوامل زراعی می‌باشد. در بین عوامل محیطی

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغبانی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.alizadeh@tabrizu.ac.ir)
DOI: 10.22067/JHS.2021.61978.0

دمای محیط و میزان بارندگی در طی فصل رشد، دو عامل مهم بر رشد و عملکرد زعفران می‌باشند (۲۱).

کلاله زعفران، خاصیت آنتی‌اکسیدانی (۳۰)، ضد توموری (۲۲ و ۲۴) و ضد افسردگی (۲۳) دارد. اخیراً توجه به ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در اندام‌های دیگر زعفران صورت گرفته و به دلیل وجود ترکیباتی نظیر کربوهیدرات‌ها، پروتئین، لیپید، فیبر، مواد معدنی (P, Mg, Ca, Fe, K)، مونوترپن‌ها و ترکیبات فنولی از اهمیت خاصی برخوردار است (۲۲). مطالعات متعددی نشان داده است که گلبرگ‌های زعفران دارای انواع زیادی از ترکیبات فلاونوئیدی، گلیکوزیدی و آنتوسیانین‌ها می‌باشد (۱۴). از طرفی ارتباط معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی مواد گیاهی با محتویات ترکیبات فنولیک آن‌ها به اثبات رسیده است (۱۱). رادیکال‌های آزاد مولکول‌های ناپایدار و بسیار واکنش‌پذیر هستند که می‌توانند باعث صدمه به سلول‌ها و در نهایت جهش‌زایی شوند (۹). آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که با روش‌های مختلف از واکنش رادیکال‌های آزاد جلوگیری کرده و منجر به کاهش آسیب، کاهش مرگ سلولی و کاهش بیماری‌های قلبی–عروقی و سرطان‌ها می‌شوند (۶). متابولیت‌های ثانویه مشتق از گیاهان مانند فنول و فلاونوئید دارای پتانسیل قوی برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد می‌باشند که در تمام قسمت‌های مختلف گیاهی مانند برگ، گل، میوه، دانه، ریشه و پوست وجود دارند (۲۰).

به طورکلی شدت رنگ‌دهی زعفران مربوط به ترکیبات کاروتنوئیدی محلول در آب آن می‌باشد. این ترکیبات، شامل کروسین و رنگدانه‌های کروسینی هستند. همچنین طعم زعفران عمدتاً به پیکروکروسین و ترکیبات فرار زعفران که غالباً ساختار ترپنوئیدی دارند، مربوط می‌شود (۳۲). کاروتنوئیدها ترکیباتی هستند که در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات یافت می‌شوند و به‌خاطر برخوردار بودن از خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی از فعالیت رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کنند. بنابر پژوهش‌ها، ترکیبات موجود در زعفران شامل کروسین، کروستین، پیکروکروسین و سافرانال می‌توانند اثر رادیکال‌های آزاد را مهار کنند و دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند (۶، ۲۵ و ۲۶).

زعفران جزء محصولات با نیاز آبی کم است، براین اساس کاشت و ترویج این محصول در حال توسعه است. با وجود این‌که در سالیان قبل، کشت زعفران در ایران به استان خراسان اختصاص داشت، اما امروزه در نقاط مختلف کشور نیز مورد کاشت قرار می‌گیرد. کشت زعفران در شهرستان مرند نیز نتایج مناسبی در پی داشته است و یکی از کشت‌های اصلی در بخش بناب شهرستان مرند به شمار می‌رود (۴). از سوی دیگر، کیفیت زعفران وابسته به غلظت متابولیت‌های عمده آن (کروسین، پیکروکروسین و سافرانال) است که باعث ارائه رنگ و عطر و طعم به کلاله می‌شوند (۱۹). با توجه به اهمیت ترکیبات موجود در کیفیت زعفران و تأثیر شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف روی میزان متابولیت‌های ثانویه و خواص آنتی‌اکسیدانی این گیاه ارزشمند، این بررسی با هدف ارزیابی عملکرد و کیفیت زعفران و مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی قسمت‌های مختلف زعفران در طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در آزمایشگاه تولید و فرآوری گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های زعفران مورد استفاده در این آزمایش، از مزارع زعفران در بخش بناب شهرستان مرند (در ۴۵ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی) در طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ برداشت شده و پس از خشک‌کردن به صورت دستی در سایه، میزان متابولیت‌های ثانویه عمده و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قسمت‌های مختلف زعفران شامل کلاله، خامه، گلبرگ و پرچم مورد بررسی قرار گرفت. جهت تعیین میزان ترکیبات مؤثره زعفران شامل پیکروکروسین (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۲۵۴ نانومتر، بر حسب ماده خشک)، سافرانال (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۳۳۰ نانومتر، بر حسب ماده خشک) و کروسین (جذب محلول آبی ۱ درصد در طول موج ۴۴۰ نانومتر، بر حسب ماده خشک) آنالیز شیمیایی قسمت‌های مختلف گیاه در آزمایشگاه 'تولید و فرآوری گیاهان دارویی' دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. مقادیر هر یک از ترکیبات با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۶).

رابطه ۱

$$A^{\%1}_{1\,cm}\ (\lambda max) = \frac{D \times 10000}{m \times (100 - W_{MV})}$$

λmax مقادیر هر ترکیب رنگی می‌باشد، D میزان جذب هر یک از موارد ذکر شده است و m وزن نمونه بر حسب گرم، W_{MV} میزان رطوبت نمونه می‌باشد.

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH

به منظور استخراج عصاره زعفران از روش پرکولاسیون (خیساندن) استفاده شد. قسمت‌های مختلف زعفران به طور مجزا آسیاب شده و از الک با مش ۴۰ میکرون عبور داده شدند. به منظور استخراج عصاره گلبرگ زعفران به روش حلال سرد، از حلال اتانول ۷۰ درصد استفاده شد. به این ترتیب که پودر اجزای زعفران (جداگانه) و حلال به نسبت ۲۰:۱ (وزنی:حجمی) با هم مخلوط شد و اختلاط به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط روی شیکر انجام شد و فیلتراسیون با استفاده از کاغذ صافی و قیف بوخنر انجام شد. سپس از دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. قبل از صاف کردن توسط کاغذ صافی به عصاره استخراج شده اجازه داده شد تا بخش جامد براساس اختلاف دانسیته با حلال‌های

مورد استفاده، از حلال جدا گردد (۲۷). این روش آماده‌سازی در هر درصد حلال با چهار بار تکرار انجام شد.

در لوله‌های آزمایشی دربدار و پوشیده شده با فویل آلومینیومی (به منظور جلوگیری از نور)، ۵۰ میکرولیتر از عصاره‌های مختلف زعفران را با ۱۹۵۰ میکرولیتر محلول ۵۰۰ میکرولیتر DPPH در متانول، مخلوط گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس به کمک دستگاه اسپکتوفتومتر جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر و در برابر سل حاوی اتانول خوانده شد و مطابق با فرمول زیر محاسبه شد:

رابطه ۲
$$I\% = \left(\frac{A_{blank} - A_{sample}}{A_{sample}}\right) \times 100$$

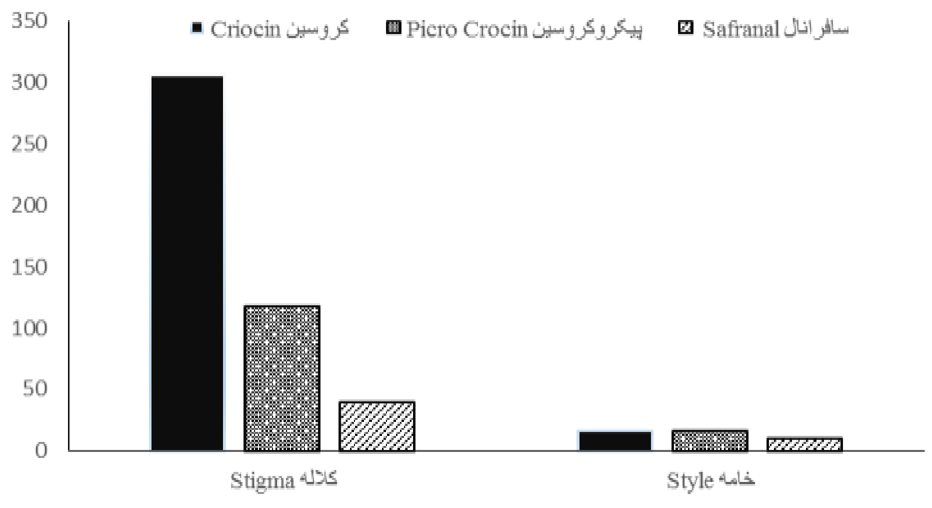
در این رابطه A_{blank} جذب نوری کنترل منفی را که فاقد عصاره می‌باشد، نشان می‌دهد و A_{sample} جذب نوری غلظت‌های مختلف عصاره را بیان می‌کند (۱۷، ۱۸)

جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه زعفران‌کاران بناب در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴ (N=۳۹) بود. داده‌های هواشناسی از سازمان هواشناسی کشور تهیه و براساس روش‌های اقلیمی مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین همبستگی پیرسون بین فاکتورهای اقلیمی شامل میانگین دما و رطوبت در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و همچنین ترکیبات مؤثره اندازه‌گیری شده شامل کروسین، پیکروکروسین و سافرانال مورد محاسبه قرار گرفت.

نتایج و بحث

قسمت‌های مختلف زعفران (کلاله، خامه، پرچم و گلبرگ) در طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ از مزارع زعفران مرند استان آذربایجان شرقی برداشت شد و پس از خشک کردن به صورت دستی در سایه، میزان جذب نمونه‌ها جهت بررسی حضور متابولیت‌های ثانویه کروسین، پیکروکروسین و سافرانال مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج جذب نمونه‌های مختلف زعفران در سه طول موج مختلف در سال ۱۳۹۳ (شکل ۱) و سال ۱۳۹۴ (جدول ۱) نشان داده شده است. فاکتورهای مختلفی نظیر شرایط اقلیمی متفاوت، زمان برداشت، خشک شدن و نگهداری موجب تفاوت در مقادیر متابولیت‌های ثانویه زعفران به شمار می‌رود (۱۰). میزان کاروتنوئیدها تحت شرایط محیطی مانند دما و رطوبت تغییر می‌کند. تأثیر مثبت ارتفاع از سطح دریا بر میزان کروسین در کلاله‌های زعفران ثابت شده است (۱۹). افزایش میزان ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدها با افزایش ارتفاع از سطح دریا می‌تواند در واکنش به افزایش اشعه ماورای بنفش اثرگذار باشد (۳۴).

تفاوت میزان ترکیبات موجود در کلاله زعفران در مکان‌های مختلف را عمدتاً ناشی از تفاوت محیط، ژنتیک (توده محلی و منشأ آن) و مدیریت‌های کشاورزی دانسته‌اند. زرین کمر و همکاران (۳۳) تفاوت در ارتفاع از سطح دریا را عامل مهمی در تعیین کیفیت زعفران عنوان کرده‌اند. آن‌ها میزان پیکروکروسین را در ارتفاع ۱۴۰۰ متر، بیشتر از ۷۰۰ متر از سطح دریا مشاهده کردند. همچنین فاکتورهای دیگری نظیر سن مزرعه، فصل، تابش، رقابت، آلودگی‌های میکروبی و وضعیت تغذیه‌ای بر میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاهان تأثیر دارند (۳۱).



شکل ۱- میزان ترکیبات مؤثره در کلاله و خامه زعفران جمع‌آوری شده در سال ۱۳۹۳

Figure 1- The amount of effective compounds of saffron stigma and style collected in year 2014

ملکول پیکروکروسین در طی فرایند خشک شدن و نگهداری، تجزیه شده و به سافرانال تبدیل می‌شود که مسئول اصلی عطر زعفران می‌باشد. در ارتفاعات مختلف از سطح دریا، شرایط محیطی مختلفی نیز برقرار است که بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند اندازه برگ، عملکرد فتوسنتز، باز و بسته بودن روزنه‌ها و وضعیت کرییت و متابولیسم گیاهی و در نهایت میزان ترکیبات مؤثره اثر می‌گذارد (۱۲) و این امر می‌تواند در مورد زعفران که گیاهی مقاوم به شرایط نیمه‌خشک است، مشهود باشد. همچنین افزایش ضخامت کوتیکول برگ‌ها، تراکم روزنه و افزایش اندازه و عمق کرییت‌ها در ارتفاع کمتر مشاهده شده است (۳۳). با افزایش ارتفاع از سطح دریا دمای هوا کاهش یافته و میزان بارندگی افزایش می‌یابد. با توجه به تأثیر این عوامل بر متابولیسم گیاهی و در نتیجه تأثیر بر میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهی، طبق نتایج به دست آمده با کاهش ارتفاع از سطح دریا میزان پیکروکروسین و کروسین کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش مقادیر کم متابولیت‌های ثانویه در خامه زعفران، استفاده از زعفران سرگل شامل کلاله و بدون خامه می‌باشد به ویژه در صنایع داروسازی و جهت صادرات توصیه می‌گردد.

جدول ۱- میزان ترکیبات مؤثره در بخش‌های مختلف گل زعفران در سال ۱۳۹۴

Table 1- The amount of effective compounds of different flower parts of saffron collected in year 2015

بخش گل Flower part	کروسین Crocin ($mg.g^{-1}$)	سافرانال Safranal ($mg.g^{-1}$)	پیکروکروسین Picrocrocin ($mg.g^{-1}$)
کلاله Stigma	223.82	27.606	102.15
خامه Style	8.153	7.252	13.42
پرچم Flagella	0.681	9.876	24.30
گلبرگ Petals	0.901	49.95	62.22

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، گلبرگ زعفران دارای مقدار زیادی پیکروکروسین می‌باشد (۶۲/۲۲ میلی‌گرم بر گرم در سال ۱۳۹۴) (جدول ۱). با توجه به این که حجم بسیار زیادی گلبرگ زعفران در منطقه به عنوان ضایعات دور ریخته می‌شود، می‌توان از این بخش گیاه جهت تأمین پیکروکروسین استفاده کرد. از سوی دیگر میزان سافرانال در گلبرگ‌های زعفران بیشتر از کلاله می‌باشد (۴۹/۹۵ میلی‌گرم بر گرم در سال ۱۳۹۴). لذا با توجه به ضایعات فراوان زعفران در کشور، بررسی راهکارهایی جهت استفاده از آن‌ها در صنایع مختلف مانند عطرسازی، رنگسازی و مواد غذایی امری مهم به نظر می‌رسد.

طبقه‌بندی اقلیمی شهرستان مرند

طبقه‌بندی دومارتن طبق روش دومارتن از فرمول زیر محاسبه شد که وی دما را به عنوان عامل اصلی در طبقه‌بندی اقلیمی خود قرار داده است. براساس روش محاسبه شده، شهرستان مرند دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد (جدول ۲).

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

I: ضریب خشکی دومارتن

P: بارندگی سالانه به میلی‌متر

T: درجه حرارت سالانه به درجه سانتی‌گراد

جدول ۲- ضریب خشکی دومارتن

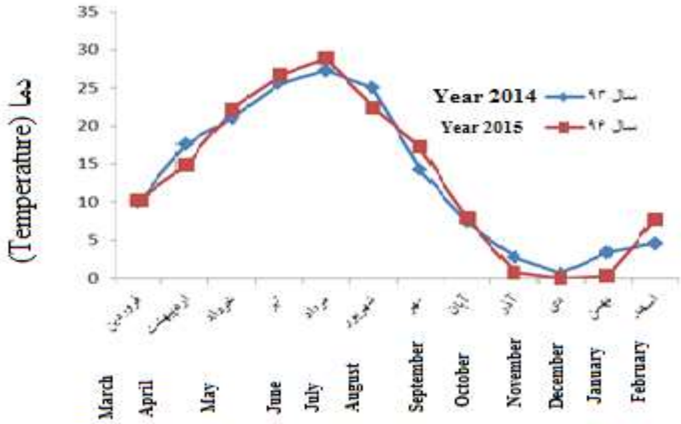
Table 2- Dumarten dryness coefficient

نوع اقلیم Type of climate	محدوده ضریب خشکی دومارتن Domarten drought coefficient range
خشک Dry	I<10
نیمه‌خشک Semi-arid	19.9>I>10
مدیترانه‌ای Mediterranean	23.9>I>20
نیمه مرطوب Sub-humid	27.9>I>24
بسیار مرطوب Very wet	28>I>34.9
مرطوب Wet	I>35

دمای هوا

تغییرات دمای ماهانه مهمترین عامل محیطی در تنظیم گلدهی

بسیاری از گیاهان پیازدار از جمله زعفران می‌باشد. در بررسی میانگین درجه حرارت، مؤثرترین ماه‌ها بر عملکرد زعفران مهر، آبان، آذر و دی می‌باشد (۱۶). میانگین دما در ماه‌های فصل پاییز که گلدهی زعفران رخ می‌دهد، به ترتیب در ماه‌های مهر، آبان و آذر در سال ۱۳۹۳، عبارت بود از ۱۴/۳، ۷/۴ و ۲/۸ و در سال ۱۳۹۴ در شهرستان مرند، ۱۷/۳، ۸، ۷/۹ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲) که یکی از دلایل کیفیت بهتر زعفران مرند، پایین بودن دما نسبت به شهرهای تولید زعفران در استان خراسان می‌باشد (۱۶).



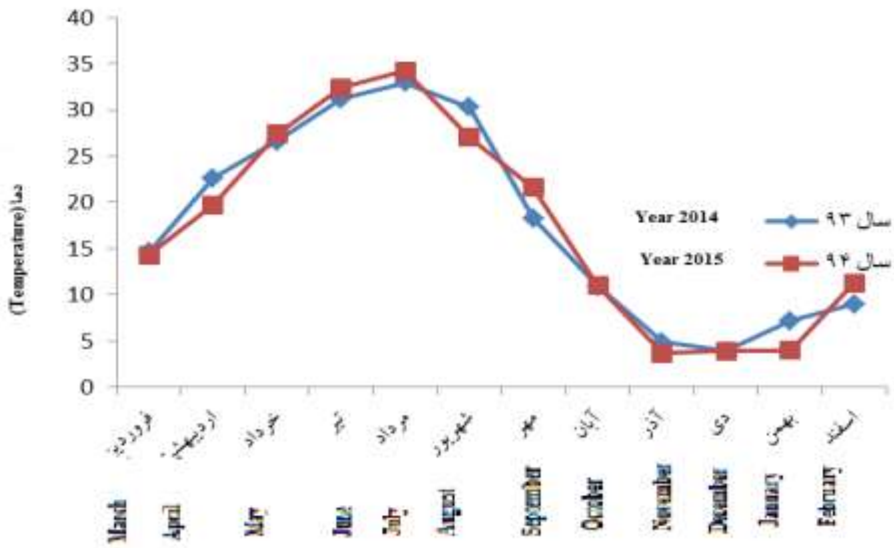
شکل ۲- میانگین دمای هوا در شهرستان مرند در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی¬داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 2- The air average temperature in Marand city (2014 and 2015)

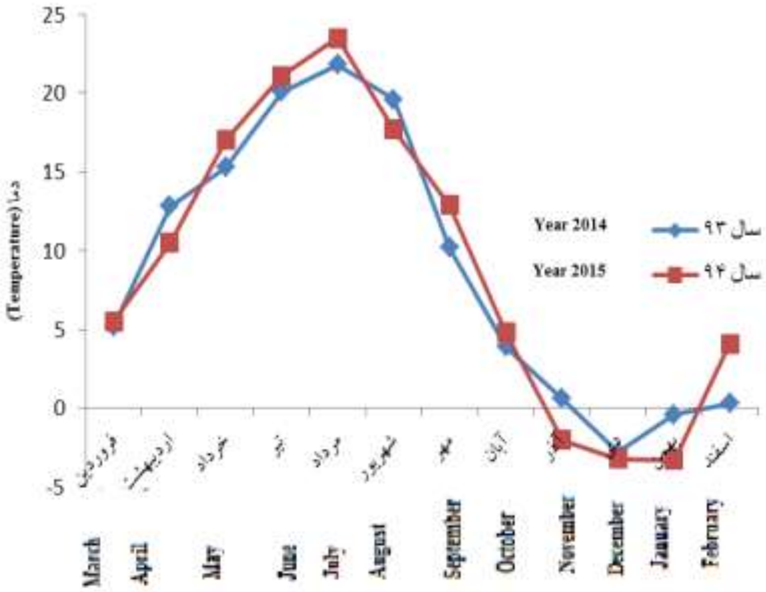
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین از نظر درجه حرارت حداکثر تأثیرگذار هستند (۱۶). درجه حرارت حداقل، عامل اصلی و تعیین‌کننده تشکیل و ظهور گل می‌باشد. در زمان برداشت گل، هرچه کاهش درجه حرارت شب بیشتر باشد، در روز بعد تعداد گل بیشتری ظاهر خواهد شد (۲۱). درجه حرارت حداقل در ماه‌های ظهور گل زعفران (مهر، آبان و آذر) تأثیر بسیار مهمی بر عملکرد اقتصادی زعفران دارد (۱۶). در مناطق زعفران‌کاری شهرستان مرند، گلدهی در مهرماه شروع شده و قسمت عمده برداشت گل در ماه آبان صورت می‌گیرد. بنابراین دمای حداکثر (شکل ۳) و حداقل (شکل ۴) در این ماه‌ها بر کیفیت گل و کلاله زعفران تأثیر بسزایی دارد. در مهرماه میانگین حداقل دما در مرند در سال ۱۳۹۳، ۱۰/۲ و در سال ۱۳۹۴، ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است.



شکل ۳- میانگین حداکثر دمای هوای مرند در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Figure 3- The air average maximum temperature in Marand city (2014 and 2015)



شکل ۴- میانگین حداقل دمای هوای مرند در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴
Figure 4- The air average minimum temperature in Marand city (2014 and 2015)

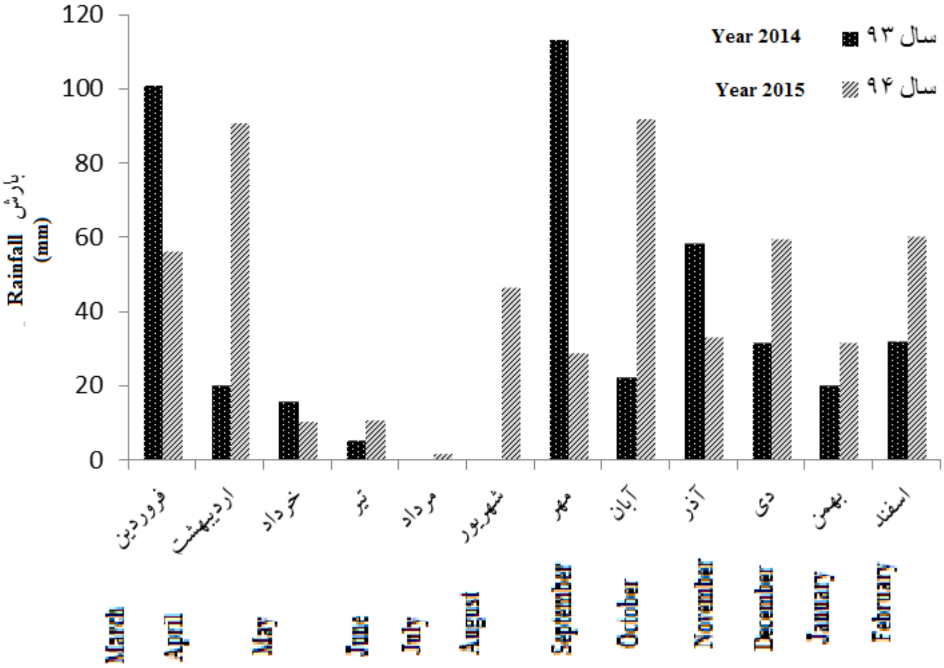
یکی از مهمترین مسائلی که موجب کاهش شدید عملکرد زعفران می‌شود، وقوع یخبندان در زمان گلدهی گیاه و فعالیت بنه زعفران است که موجب از بین رفتن گیاه می‌شود (۸). گلدهی عمدتاً از نیمه مهر تا نیمه آبان صورت می‌گیرد و تعداد روزهای یخبندان در مرند در آبان ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌ترتیب ۴ و ۵ روز بوده است که معمولاً در روزهای آخر آبان ماه رخ می‌دهد، آسیب جدی به کمیت و کیفیت گل‌ها وارد نمی‌کند و این کم بودن تعداد روز یخبندان مزیتی برای کشت زعفران در این منطقه به شمار می‌رود. پس از زرد و خشک شدن برگ‌های زعفران در اواخر بهار، فعالیت بنه کاهش یافته و گیاه به رکود می‌رود. با وجود این که پوشش و فلس بنه به عنوان عایقی در برابر گرمای داغ تابستان است، وجود دمای کمتر هوا در تابستان در شهرستان مرند به دلیل شرایط کوهستانی منطقه، می‌تواند موجب بالاتر بودن کمیت و کیفیت زعفران در این منطقه نسبت به مزارع زعفران استان خراسان به شمار رود (۶).

بارندگی و رطوبت نسبی هوا

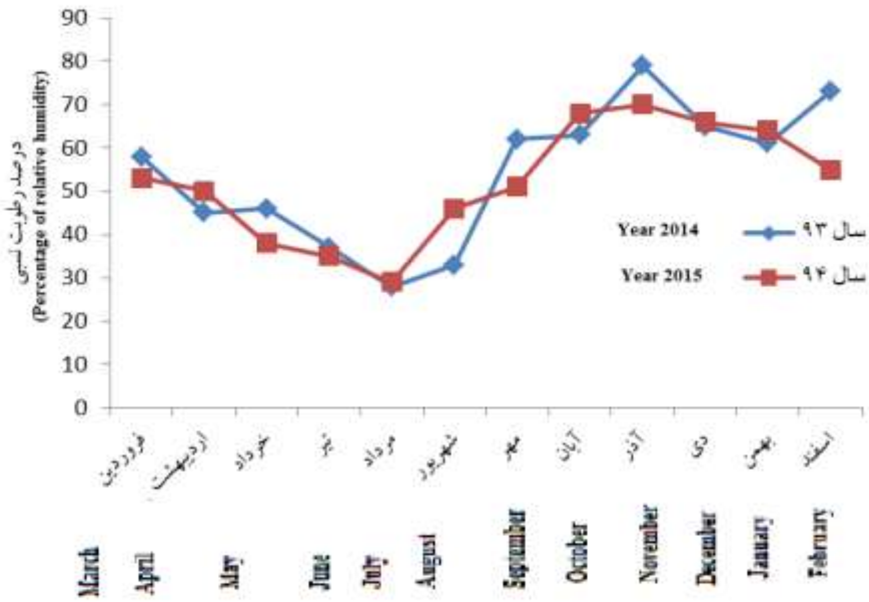
بارندگی در فصل‌های پاییز و زمستان، برای رشد مناسب زعفران و افزایش عملکرد و کیفیت آن مناسب و ضروری می‌باشد. در صورت بارندگی کم در این فصول، کشاورزان اقدام به آبیاری می‌کنند (۷). بارندگی و دمای پایین در فصل زمستان موجب می‌شود که بنه‌های دختری آب و مواد آلی (املاح معدنی باران) و دی اکسیدکربن موردنیاز را از طریق برگ جذب کرده و با افزایش میزان فتوسنتز، باعث افزایش تعداد و حجم بنه‌های دختری گردند (۱). میانگین بارش در سال ۱۳۹۳ و در فصل‌های پاییز و زمستان به‌ترتیب ۶۴/۳۶ و ۲۷/۶۳ میلی‌متر در ماه بوده است و در سال ۱۳۹۴ به‌ترتیب ۵۰/۹۷ و ۴۵/۳۵ میلی‌متر بصورت ماهانه بوده است (شکل ۵).

برگ‌های زعفران در اردیبهشت ماه شروع به زرد و خشک شدن کرده و بنه‌های دختری وارد رکود و خواب تابستانه می‌شوند. بارندگی کم در طی فصل خواب تابستانی (اردیبهشت تا مهر ماه)، موجب افزایش کیفیت زعفران خواهد گردید (۱). میزان بالای بارندگی در ماه‌های شهریور یا مرداد باعث می‌شود به جای رشد گل‌ها، ابتدا برگ‌ها سبز می‌شوند. در این صورت، برداشت گل با مشکل مواجه شده و کیفیت زعفران پایین می‌آید (۱۳). میزان بالای بارندگی در شهریور ماه در منطقه مرند ممکن است موجب ایجاد این مسئله شود و برداشت گل را تا حدودی دچار مشکل نماید، اما با توجه به سبک بودن نسبی خاک در این منطقه، عملاً کشاورزان زعفران‌کار شهرستان مرند با این مشکل روبرو نمی‌شوند و در حدود اوایل مهرماه، بسته به شرایط آب و هوایی آن سال، آبیاری صورت می‌گیرد (۴).

زعفران به رطوبت بالا حساس بوده و وجود رطوبت بالا به ویژه در ماه‌های مهر و آبان که مصادف با آغاز فعالیت بنه و گلدهی گیاه است (۶). میانگین رطوبت نسبی در منطقه مرند در این ماه‌ها به نسبت کمتر می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۵- میانگین بارش ماهانه شهرستان مرند در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴
Figure 5- The average monthly rainfall in Marand city (2014 and 2015)



شکل ۶- میانگین رطوبت نسبی شهرستان مرند در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴
Figure 6- The average relative humidity in Marand city (2014 and 2015)

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین فاکتورهای اقلیمی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و ترکیبات کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در شهر مرند

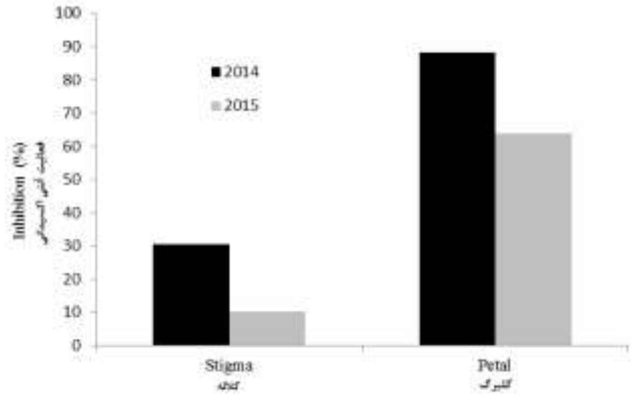
Table 3- Coefficients of correlation between climatic factors in two years 2014 and 2015 and combinations of crocin, picrocrocin and safranal in Marand city

ردیف Row	صفت Trait	سال Year	دما Temperature	بارش Rainfall	کروسین Crocin	پیکروکروسین Ppicrocrocin	سافرانال Safranal
1	سال (Year)	1					
2	دما (Temperature)	-0.24	1				
3	بارش (Rainfall)	0.616	-0.042	1			
4	کروسین (Crocin)	-0.99**	0.061	-0.612	1		
5	پیکروکروسین (Picrocrocin)	-0.95**	0.092	-0.347	0.95**	1	
6	سافرانال (Safranal)	-0.936**	0.048	-0.3	0.938**	0.998**	1

نتایج حاصل از همبستگی بین فاکتورهای اقلیمی شامل میانگین دما و رطوبت در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و همچنین ترکیبات مؤثره اندازه‌گیری شده شامل کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در جدول ۳ آمده است. براساس نتایج حاصل، بین سال و ترکیبات اندازه‌گیری شده همبستگی منفی در حد معنی‌داری بالا وجود دارد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی قسمت‌های مختلف زعفران

در این تحقیق فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های مختلف گل زعفران طی دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج به دست آمده، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کلاله زعفران در سال‌های ۱۳۹۳ (۳۰/۴۳ درصد) کمتر از سال ۱۳۹۴ (۱۰/۱۷ درصد) بود. در مورد فعالیت بازدارندگی گلبرگ‌های زعفران نیز نتایج مشابهی به دست آمد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ‌های زعفران جمع‌آوری شده از منطقه در سال ۱۳۹۳ (۸۸/۳۲ درصد) بیشتر از سال ۱۳۹۴ (۶۴/۰۱ درصد) به دست آمد (شکل ۷).

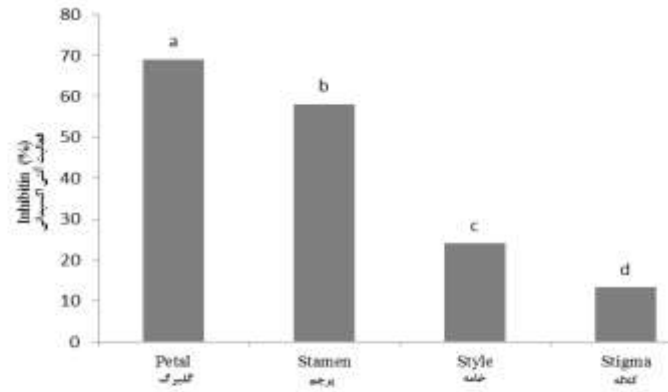


شکل ۷- فعالیت آنتی‌اکسیدانی کلاله و گلبرگ زعفران در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Figure 7- The antioxidant activity of saffron stigma and petal (2014 and 2015)

با توجه به نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های مختلف زعفران با استفاده از روش DPPH، در هر دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گلبرگ‌ها مشاهده گردید (شکل ۸). نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر اختلاف معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های مختلف گل زعفران در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین، پس از گلبرگ، پرچم بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در بین بخش‌های مختلف زعفران در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مزارع زعفران بخش بناب شهرستان مرند نشان داد (شکل ۸). بنابر نتایج تحقیق حاضر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی خامه و پرچم زعفران به

ترتیب ۲۴/۰۷ و ۵۸/۰۳ درصد بوده است. در بسیاری از مناطق کشت زعفران به ویژه در منطقه مورد مطالعه، خامه گل نیز همراه کلاله زعفران برداشت می‌شود. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، بخش خامه گل دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتاً بالاتری از کلاله بود و همین امر می‌تواند به افزایش نسبی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش برداشت شده زعفران به عنوان محصول تجاری کمک کند (شکل ۸).



شکل ۸- میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های مختلف گل زعفران

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 8- The average of antioxidant activity in different parts of saffron flower

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

بررسی فعالیت به دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH یکی از روش‌های تعیین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشد و درجه بی‌رنگ شدن این ترکیب در طول موج ۵۱۷ نانومتر، بیانگر قدرت به دام‌اندازی رادیکال آزاد توسط آنتی‌اکسیدان مربوطه می‌باشد. عوامل مختلفی مانند عوامل محیطی، شرایط برداشت و خشک کردن می‌توانند خصوصیات آنتی‌اکسیدانی کلاله زعفران را تحت تأثیر قرار دهد (۲۸).

با توجه گلبرگ زعفران در کشور، بررسی راهکارهایی جهت استفاده از آن‌ها در صنایع مختلف مانند عطرسازی، رنگسازی و مواد غذایی امری مهم به نظر می‌رسد. ایران یکی از مهم‌ترین قطب‌های تولید زعفران در دنیا محسوب می‌شود. در فرآیند تولید زعفران از قسمت کلاله و خامه گل به عنوان زعفران تجاری استفاده می‌شود و سایر قسمت‌های گل از جمله گلبرگ‌ها به عنوان ضایعات دور ریخته می‌شود که از حجم بسیار بالایی برخوردار می‌باشد و با توجه به روند افزایش تولید، پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آینده حتی این مقدار هم افزایش پیدا کند. بنابراین یافتن راه‌حلی برای بازیافت این حجم از ضایعات از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. افرازه و همکاران (۲) با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی و الکلی گلبرگ زعفران به روش احیای رادیکال آزاد DPPH، فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی و همچنین وجود ارتباط بین ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گلبرگ زعفران را مشاهده کردند. با توجه به این که با افزایش مضرات و خطرات رنگ‌های مصنوعی و کاربرد گسترده آن‌ها در مواد غذایی، استخراج و خالص‌سازی عصاره‌های رنگی از منابع طبیعی ارزان قیمت مورد توجه خاصی قرار گرفته است، در نتیجه عصاره ضایعات گل زعفران منبعی ارزان برای تولید آنتی‌اکسیدان طبیعی خواهد بود (۲۱).

شاید کمتر بودن دما در مهرماه که زمان گل آغازی و قبل از ظهور گل‌ها می‌باشد، موجب بهبود ارتقای کیفیت گل‌ها و افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی کلاله و گلبرگ زعفران در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۴ باشد (شکل ۸). همچنین بالاتر بودن ارتفاع از سطح دریا در شهرستان مرند (حدود ۱۳۳۰ متر) نسبت به شهرستان کاشمر (با ارتفاع ۱۰۶۳ متر از سطح دریا) که یکی از مراکز تولید زعفران در ایران می‌باشد، موجب کمتر بودن میانگین دمای سالانه و در نتیجه بهتر بودن کیفیت زعفران در این منطقه می‌باشد. ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین از نظر درجه حرارت حداکثر تأثیرگذار هستند (۱۶). از سوی دیگر، درجه حرارت حداقل عامل اصلی و تعیین‌کننده تشکیل و ظهور گل می‌باشد. به این صورت که هرچه افت درجه حرارت شب بیشتر باشد، روز بعد تعداد گل بیشتری جمع خواهد شد (۲۱).

نتیجه‌گیری

میزان ترکیبات ماده مؤثره در گیاه به هیچ‌وجه ثابت نبوده و متناسب با شرایط رشدی و اقلیمی و زمان برداشت تغییر می‌نماید. کیفیت زعفران به میزان ترکیبات کروسین، پیکروکروسین و سافرانال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بستگی دارد. این ترکیبات در اندام‌های مختلف زعفران (کلاله، خامه، پرچم و گلبرگ‌ها) و در طی سال‌های متوالی متغیر می‌باشد. با توجه به کاربرد وسیع زعفران در صنایع

داروسازی و غذایی، شناسایی مناطق جدید کشت حائز اهمیت می‌باشد. منطقه بناب مرند آذربایجان شرقی در اثر تغییرات آب و هوایی منطقه مناسب برای کشت زعفران می‌باشد و کیفیت اندام‌های مختلف زعفران در سال‌های متوالی کشت چندساله زعفران متفاوت می‌باشد. بطوریکه بیشترین میزان کروسین در سال اول کشت در اندام کلاله و فعالیت آنتی‌اکسیدانتی در کلاله و گلبرگ بیشترین مقدار را داشتند و در سال بعدی میزان پیکروکروسین در کلاله و سافرانال در گلبرگ از بیشترین میزان برخوردار بودند.

منابع

1. Abrishami M.H. 2009. Saffron cultivation. Monthly Journal Baghdar 35: 26-32. (In Persian with English abstract)
2. Afrazeh Z., Bolandi M., Khorshidi M., and Mohammadi Nafchi A. 2014. Evaluation of antioxidant activity of aqueous and alcoholic extracts (methanol, ethanol) saffron petals. Saffron Agronomy & Technology 2(3): 231-236. (In Persian with English abstract)
3. Aghaei M., and Rezagholizadeh M. 2011. Iran's comparative advantage in production of saffron. Journal of Agricultural Economics and Development 25: 121–132. (In Persian with English abstract)
4. Alizadeh-Salteh S. 2016. Evaluation of the effect of maternal corm and planting methods on flower and replacement corms yield of two ecotypes of saffron (*Crocus sativus* L.) in Tabriz. Saffron Agronomy and Technology 3(4): 31-45. (In Persian with English abstract)
5. Amirghasemi T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Ayandegan publication, Tehran. (In Persian with English abstract)
6. Assimopoulou A.N., Sinakos Z., and Papageorgiou V. 2005. Radical scavenging activity of *Crocus sativus* L. extract and its bioactive constituents. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives 19(11): 997-1000.
7. Behdani M. 2006. Ecological zoning and performance monitoring saffron fluctuation in Khorasan. Ph.D dissertation, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
8. Behdani M.A., Nassiri M., and Koocheki A.A. 2003. Modeling saffron flowering time across a temperature gradient. In I International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology 650 (pp. 215-218).
9. Bergamini C.M., Gambetti S., Dondi A., and Cervellati C. 2004. Oxygen, reactive oxygen species and tissue damage. Current Pharmaceutical Design 10(14): 1611-1626.
10. Carmona M., Zalacain A., Pardo J.E., López E., Alvarruiz A., and Alonso G.L. 2005. Influence of different drying and aging conditions on saffron constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(10): 3974-3979.
11. Chimi H., Cillard J., Cillard P., and Rahmani M. 1991. Peroxyl and hydroxyl radical scavenging activity of some natural phenolic antioxidants. Journal of the American Oil Chemists' Society 68(5):307-312.
12. Cossignani L., Urbani E., Simonetti M.S., Maurizi A., Chiesi C., and Blasi F. 2014. Characterisation of secondary metabolites in saffron from central Italy (Cascia, Umbria). Food Chemistry 143:446-451.
13. Farajzadeh M., and Tklvbyghsh A. 2002. Region of the province's Hamedan climatic classification using GIS. Geographical Research 41: 93-105. (In Persian with English abstract)
14. Gil M.I., Tomás-Barberán F.A., Hess-Pierce B., and Kader A.A. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4976-4982.
15. Hemmati Kakhki A., and Rahimi S.K. 1994. Extraction of anthocyanin from petals of saffron (*Crocus sativus* L.) and its stability in a model beverage. Iran. Res. Org. Sci. Technol.
16. Koozegaran S., Mousavi Baygi M., Sanaeinejad H., and Behdani M. 2011. Study of the minimum, average and maximum temperature in South Khorasan to identify relevant areas for saffron cultivation using GIS. Soil and Water 25: 892-904. (In Persian with English abstract)
17. Kosar M., Bozan B., Temelli F., and Baser K.H.C. 2007. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. Food Chemistry 103(3): 952-959.
18. Kossah R., Zhang H., and Chen W. 2011. Antimicrobial and antioxidant activities of Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruit extract. Food Control 22(1): 128-132.
19. Lage M., and Cantrell C.L. 2009. Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions. Scientia Horticulturae 121(3): 366-373.
20. Mathew S., and Abraham T.E. 2006. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by different methodologies. Food and Chemical Toxicology 44(2): 198-206.
21. Molina R.V., Garcia-Luis A., Coll V., Ferrer C., Valero M., Navarro Y., and Guardiola J.L. 2004. Flower Formation in the Saffron Crocus (*Crocus sativus* L.). The Role of Temperature. ACTA Horticulturae. 39-48.
22. Molnar J., Szabo D., Pusztai R., Mucsi I., Berek L., Ocsovszki I., and Shoyama Y. 2000. Membrane associated antitumor effects of crocine-, ginsenoside-and cannabinoid derivates. Anticancer research, 20(2A):861-867.
23. Moshiri E., Basti A.A., Noorbala A.A., Jamshidi A.H., Abbasi S.H., and Akhondzadeh S. 2006. *Crocus sativus* L.

(petal) in the treatment of mild-to-moderate depression: a double-blind, randomized and placebo-controlled trial. Phytomedicine, 13(9-10):607-611.
24. Nair S.C., Pannikar B., and Panikkar K.R. 1991. Antitumour activity of saffron (*Crocus sativus*). Cancer letters, 57(2):109-114.
25. Schmidt M., Betti G., and Hensel A. 2007. Saffron in phytotherapy: pharmacology and clinical uses. Wiener Medizinische Wochenschrift, 157(13-14):315.
26. Soeda S., Ochiai T., Shimeno H., Saito H., Abe K., Tanaka H., and Shoyama Y. 2007. Pharmacological activities of crocin in saffron. Journal of Natural Medicines 61(2): 102-111.
27. Su L., Yin J.J., Charles D., Zhou K., Moore J., and Yu L. 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. Food Chemistry 100(3): 990-997.
28. Tajik S., Zarinkamar F., and Bathaie Z. 2012. Quantification of crocin, picrocrocin and safranal components of saffron (*Crocus sativus* L.) in Ghaen and Tabas regions. Iranian Journal of Biology 25(3). (In Persian with English abstract)
29. Temperini O., Rea R., Temperini A., Colla G., and Rouphael Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 19-23.
30. Verma S.K., and Bordia A. 1998. Antioxidant property of saffron in man. Indian Journal of Medical Sciences 52(5): 205-207.
31. Williams C.A., and Harborne J.B. 1988. Distribution and evolution of flavonoids in the monocotyledons. In The Flavonoids (pp. 505-524). Springer, Boston, MA.
32. Winterhalter P., and Straubinger M. 2000. Saffron—renewed interest in an ancient spice. Food Reviews International 16(1): 39-59.
33. Zarinkamar F., Tajik S., and Soleimanpour S. 2011. Effects of Altitude on Anatomy and Concentration of Crocin, Picrocrocin and Safranal in *Crocus sativus* L. Australian Journal of Crop Science 5(7): 831.
34. Zidorn C., Schubert B., and Stuppner H. 2005. Altitudinal differences in the contents of phenolics in flowering heads of three members of the tribe Lactuceae (Asteraceae) occurring as introduced species in New Zealand. Biochemical Systematics and Ecology 33(9): 855-872.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 578-590
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۹۰-۵۷۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Climate Effect on Saffron's Metabolites (Crocin, Picrocrocin and Safranal) in Bonab Region of Marand

S. Alizadeh-Salteh[1]*- M. Amani[2]
Received: 28-11-2020
Accepted: 13-07-2021

Introduction: Nowadays, due to the decrease in rainfall and groundwater level, the cultivation of crops with low water requirements should be given priority. Different regions of Iran, especially the region of East and West Azerbaijan, have faced a decrease in rainfall in recent years, compared to previous years. Saffron could have relatively stable production in these areas due to low water demand and suitable economic efficiency. Special properties of saffron such as low water requirement, irrigation in non-critical times, water requirement of other plants, possible operation of farms for several years after one planting, ease of transportation and storage of the product, possibility of high employment, possibility of cultivation in areas that lack industrial talents and limited agricultural water, having medicinal properties and also, suitable domestic and foreign sales market has made this plant for cultivation. On the other hand, saffron cultivation in the Iran could increase employment and non-oil exports.If we pay attention to its production and processing processes, it could provide a significant currency to the country. Today the cultivation of saffron is under development in areas such as Azerbaijan. On the other hand, due to the harmful effects of the using synthetic antioxidants in the food and pharmaceutical industries, special attention has been paid for using of natural antioxidants. Considering the importance of compounds in saffron quality and the effect of climatic conditions in different years on the amount of secondary metabolites and antioxidant properties of this valuable plant, the present experiment were evaluated the yield and quality of saffron and compared antioxidant activity of different parts of saffron during two cropping years.

Materials and Methods: The effect of climate of Marand city of East Azarbaijan province in different years on quality and antioxidant characteristics of different parts of saffron was investigated in this region. So, the climatic factors governing this region during two consecutive years of 2014 and 2015 in terms of temperature, rainfall and humidity were studied using meteorological data. Saffron yield in the region were obtained by using a questionnaire from saffron producers in the region. Meanwhile, the amount of crocin, picocrocin and safranal and the antioxidant activity of different parts of saffron, including stigma, style, stamen and petals, were examined.

Results and Discussion: The results showed that the Marand city was classified as semi-arid in accordance the amount of crocin metabolites in 2014 (maximum: 306 mg/g in the stigma), picocrocin in 2015 (102.15 mg/g in the stigma), and Safranal in 2015 (highest: 49.95 mg/g in saffron petals) and the antioxidant activity of saffron and saffron petals were the highest in 2014 (30.43% and 88.32%, respectively). The results showed that the quality of different parts of saffron varied in different years. Due to the quality of different parts of saffron in different years, different parts could be used for exploitation.

Conclusion: The amount of active ingredients in the plant were not constant at all and varied according to the growth and climatic conditions and harvest time. Changes in the amount of active ingredients in the plant over consecutive years or even hours a day emphasized the importance of collecting the medicinal plant when the plant contained the maximum amount of active ingredient. The quality of saffron depended on the amount of crocin, picrocrocin and safranal compounds and antioxidant activity. These compounds varied in different organs of saffron (stigma, style, stamen and petals) and over consecutive years. Bonab of Marand region of East Azerbaijan is suitable for saffron cultivation due to the climate change. The quality of different saffron organs were different in consecutive years of multi-year cultivation. The highest amount of crocin in the first year of cultivation in the stigma and its antioxidant activity in the stigma and petals were the highest and in the following year the amount of picrocrocin in the stigma and safranal in the petals were the highest. Therefore,

1- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2- Ph.D. Student in Production and Post-Harvest Physiology of Horticultural Plants, Department of Horticulture, Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
(*- Corresponding Author Email: s.alizadeh@tabrizu.ac.ir)
DOI: 10.22067/JHS.2021.61978.0

different metabolites could be harvested according to the need in the maximum number of years.

Keywords: Active ingredients, Quality, Stigma